



ISSN:1306-3111
e-Journal of New World Sciences Academy
2009, Volume: 4, Number: 4, Article Number: 2A0030

TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES

Received: November 2008
Accepted: June 2009
Series : 2A
ISSN : 1308-7223
© 2009 www.newwsa.com

Gökhan Durmuş
Ömer Can
H.Süleyman Gökçe
Gazi University
gdurmus@gazi.edu.tr
Ankara-Turkey

SÜPER AKIŞKANLAŞTIRICI KATKILI BETONLARIN YÜKSEK SICAKLIKTAKİ BASINÇ DAYANIMI

ÖZET

Bu çalışmada, süper akışkanlaştırıcı katkı (SAK) betonların yüksek sıcaklıktaki mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu amaçla kırma taş agregası, CEM I PÇ42.5 R çimentosu, SAK ve musluk suyu kullanılarak C20 sınıfı beton üretilmiştir. Taze betonlar üzerinde çökme, birim hacim ağırlık ve ve-be deneyleri yapılmıştır. Taze betonlar, 10*10*50 cm boyutunda prizma numunelere dökülmüş ve elde edilen numunelere 7 ve 28 gün standart kür uygulanmıştır. 7 ve 28 gün yaşlarda prizma numunelerden Ø5*10 cm boyutlu silindirik numuneler alınarak 3 saat süresince 20, 100, 200, 300, 400, 500 ve 700°C sıcaklık etkisine maruz bırakılmıştır. Laboratuvar koşullarına kadar soğutulan numunelerin basınç dayanımı belirlenmiştir. Çalışmada, yüksek sıcaklık uygulanmış betonlara katılmış süper akışkanlaştırıcı katkısının mekanik dayanıma etkisinin olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Beton, Süper Akışkanlaştırıcı, Katkı, Yüksek Sıcaklık, Basınç Dayanımı

THE COMPRESS STRENGTH OF CONCRETE MIXED WITH THE SUPER PLASTICIZERS IN HIGHER HEAT

ABSTRACT

In this study, the mechanic properties of the concrete mixed with admixture of the super plasticizers (ASP) was tried to predict by the method of the multi-regression analysis and fuzzy logic. For this propose, the concrete of Classed 20(C20) was produced using the crushed Stone aggregate and cement of CEM I PÇ42.5 R and ASP and fountain water. The slump and unit volume and unit weight tests etc. were performed on these fresh concretes. The fresh concretes were casted with a dimension of 10*10*50 cm prism formed and the samples obtained from concretes were exposed to the heat effects curing for 28 days taking the cylindrical samples with a dimension of 5 and 10 cm in 3 hours long in turns 20, 100, 200, 300, 400, 500, and 700 degrees. The values of stress strength was tried to forecast using higher heat and ultra sound of transition speed value of samples cooled until the laboratory conditions. In the result of study, it was observed that there has been no effect on the properties of mechanic strength mixed with the admixture of the super plasticizers to a concrete exposed to higher heat.

Keywords: Concrete, Super Plasticizer, Admixture, High Temperatures, Compressive strength



1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Akışkanlaştırıcı katkı maddeleri su içerisinde eriyen boşluklu kimyasal dizilişleri ile suyun yüzey gerilimini düşüren organik maddelerdir [1]. Diğer bir deyişle, SAK belirli bir beton bileşiminde kıvamı değiştirmeden su miktarının yüksek oranda azalmasını sağlayan veya su miktarı değişmeden çökmeyi/yayılmayı yüksek oranda artıran veya her iki etkiyi birlikte yaratan katkıdır [2]. 20. yüzyıl başlarında beton uzmanları betonun iki ana işlevinin işlenebilme ve dayanım olduğu, dayanımı etkileyen faktöründe su/çimento (s/ç) olduğunun bilincindeydiler [3]. SAK kullanılması s/ç oranını azalttığı için, mekanik mukavemetlerin artışı deneyler sonucu görülmüştür [4].

Değişik akışkanlaştırıcılar ile betonlar üretilmiş ve üretilen betonların çökme, priz başlangıç ve bitim süreleri, hava yüzdeleri ile basınç dayanımları belirlenmiş, ilgili şartnamelerle karşılaştırılmış, süper akışkanlaştırıcı dışındaki değerlerin sabit tutulmasına rağmen işlenebilme ve dayanım açısından birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir [5].

Hafif ve normal betonların karşılaştırmalı olarak yüksek sıcaklık uygulandıktan sonraki ağırlık kaybı ile basınç dayanımları farkı araştırılmıştır. Karışıma belli oranlarda silis dumanı ve %2 oranında SAK katılmıştır. Hafif betonların ilk dayanımlarının %38'ini korumuşlardır. Normal betonlar buna göre daha iyi sonuç vermiştir. Silis dumanı kullanım oranına bağlı olarak basınç dayanımı kaybı artmıştır [6].

PÇ 42.5 çimentosu, kalker esaslı agrega ve %10 ikameli olarak katılan yapay puzolanlar kullanılarak üretilen betonlar 100, 200, 300, 600, 900°C gibi farklı sıcaklıklar uygulanarak, soğutma işlemi havada ve suda olmak üzere iki grupta gerçekleştirilmiştir. Yüksek sıcaklığa maruz kalan betonun renginde (ışıkölçer ile sayısal olarak) , ultrases geçiş hızında ve basınç dayanımında benzer değişikliklerin olduğunu göstermiştir [7].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Çalışmada, SAK'lı Ø5x10 cm ebatlarında beton örnekler üretilmiş ve 20, 100, 200, 300, 400, 500 ve 700°C yüksek sıcaklıklarda 3 saat fırın içerisinde bekletilerek laboratuvar koşullarına kadar soğutulmuştur (~20°C). Beton örneklerine taze ve sertleşmiş beton deneyleri gerçekleştirilerek SAK'lı betonun yüksek sıcaklıktaki dayanıklılığı incelenmiştir.

3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

3.1. Malzeme (Material)

Karışımda 0-4, 4-16 ve 16-22.4 mm'lik agrega sınıfları, CEM I PÇ 42.5 R portland çimentosu, karışım suyu olarak musluk suyu ve kimyasal katkı olarak SAK kullanılarak beton örnekleri hazırlanmıştır. Çimentonun fiziksel, kimyasal ve mekanik analizlerine ait deney sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Kontrol betonundaki (KB) karışım malzemeleri ve özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. SAK'nın kimyasal özellikleri Tablo 3'de verilmiştir.



Tablo 1. PÇ'nun kimyasal, fiziksel ve mekanik analizi
 (Table 1. The chemical, physical and mechanical Portland cement)

Analiz	Yüzde	Değer	Analiz	Deneyler	Değer
Kimyasal, %	SiO ₂	20,41	Fiziksel	Özgül yüzey, cm ² /g	3350
	Al ₂ O ₃	5,35		Genişleme, mm	1,0
	Fe ₂ O ₃	3,30		Su ihtiyacı, gr	28,2
	CaO	62,50		Priz baş. sür., dak	157
	MgO	1,65		Priz bit. sür., dak.	235
	SO ₃	2,93		Özgül ağırlık, g/cm ³	3,1
	Na ₂ O	0,15		Gün	MPa
	Mekanik	K ₂	0,71	3. gün	28,5
		Cl	0,0110	7. gün	41,7
		HCl	0,28	28. gün	52,4

Tablo 2. Beton karışımında kullanılan malzemelere ait özellikler (25dm³)
 (Table 2. The properties belong to materials used in the concrete mixed design)

			KB	SAK'lı beton
Çimento, kg			7,730	7,730
Su, lt			4,250	4,250
SAK, kg			-	0,077
Agrega, kg/dm ³	0-4	(2.4)	22,73 kg	22,73 kg
	4-16	(2.71)	19,76 kg	19,76 kg
	16-22,4	(2.74)	6,92 kg	6,92 kg

SAK'ı Polycar 300 tercih edilmiş olup çimento dozajının %1 kadarı kullanılmıştır. Tablo 3'de İKSA Beton Katkıları A.Ş. tarafından kimya ve beton laboratuvarında analiz edilmiştir.

Tablo 3. SAK'nın kimyasal analizleri
 (Table 3. The comical analysis of SAK)

Analizler	Test Metodu	Standart Değerleri	Deney Metodu	Analiz Sonuçları
Görünüm	Gözle	Homojen	İksa Lab	Homojen
Yoğunluk	TS 781 ISO 758 [8]	1,14±0,03 gr/cm ³	İksa lab TA-12	1,149
pH	TS 6365 EN 1262 [9]	7,5±1	İksa lab TA-12	7,39
Katı Madde	TS EN 480-8 [10]	37,0±1,85	İksa lab TA-12	38,64
Suda Çözünebilir Klorür	TS EN 480-10 [11]	≤ % 0,1	Uygundur	Uygundur
Etkin Bileşen	TS EN 480-6 [12]	IR Spektrum	Uygundur	Uygundur
Alkali Miktarı (Na ₂ O eşdeğeri)	TS EN 480-12 [13]		Uygundur	Uygundur

Karışımındaki betonun su/çimento oranı (s/ç) 0,55 seçilmiş olup taze betonun özellikleri Tablo 4'te verilmiştir.



Tablo 4. Çalışmada kullanılan taze betonun özellikleri
(Table 4. The properties of fresh concrete used in the study)

Deneyleler	Beton Türleri	
	KB	SAK
Çökme, cm	3	18
Ve-Be, sn	8	2
Hava İçeriği, %	2,6	5
Gev, Bir. Hac. Ağ, (g/cm ³)	1,88	1,8
Sık, Bir, Hac, Ağ, (g/cm ³)	2,37	2,17

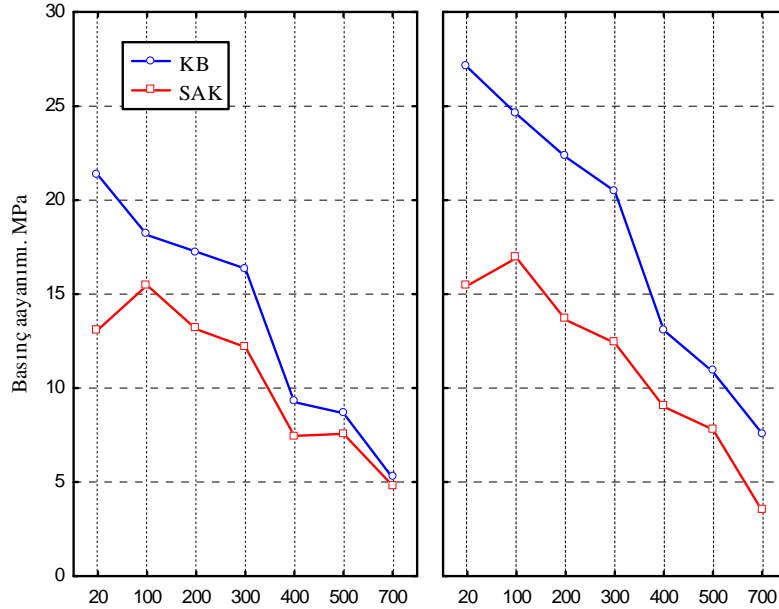
3.2. Metotlar (Methods)

Karışımında, agreganın tane büyüklüğü dağılımını, birim hacim ağırlığı, çökme, ve-be, numunelerinin hazırlanması ve basınç dayanımı deneyleri sırasıyla TS 3530 EN 933-1 [14], TS 3529 [15], TS EN 12350-2 [16], TS EN 12350-3 [17], TS EN 12390-2 [18] ve TS EN 12390-3 [19] gerçekleştirilmiştir. Beton karışımı TS 802 [20] ve TS EN 206-1 [21] standartlarına uygun olarak belirlenmiştir. Karışımın beton sınıfı C20 belirlenmiştir. Deneyleler Ø50 x 100 mm'lik karot numuneler üzerinde yapılmıştır.

Yüksek sıcaklık altındaki betonun yapısında meydana gelen gerilme ve şekil değiştirmelerinde BS EN 13501-1 ve ISO 834 belirtildiği standartlar uyulmaya çalışılmıştır [22,23]. Çalışmamızda harç numuneler 1800°C kapasiteli MOS 150/8 laboratuvar tipi fırında 180 dk süreyle 20, 100, 200, 300, 400, 500 ve 700°C yüksek sıcaklıklara maruz bırakılmıştır. Bütün sıcaklık değerlerinde 3'er adet numune kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDING AND DISCUSSION)

Analize tabi tutulan basınç dayanım verilerine ait çizgi grafik Şekil 1'de görülmektedir.



7. gün sıcaklık değerleri. °C 28. gün sıcaklık değerleri. °C

Şekil 1. Yüksek sıcaklık etkisindeki basınç dayanımları
(Figure 1. Compression strengths under the higher heat effect)

Şekil 1'de görüldüğü gibi basınç dayanım değerlerinin sıcaklık değerlerine göre, SAK'lı betonun 100°C'de bir miktar artış



göstermesine karşılık, hem SAK'lı hem de KB'unda sıcaklık değerleri arttıkça basınç dayanım değerleri düşmektedir. KB 28. günlük 20°C'deki basınç dayanım değerine göre 100°C'de %9.2, 200°C'de %17.7, 300°C'de %24.4, 400°C'de %56.6, 500°C'de %59.9, 700°C'de %80.7 azalma göstermiştir. SAK'lı betonda ise 100°C'de %9.5 arttığı, 200°C'de %19.7, 300°C'de %11.8, 400°C'de %41.7, 500°C'de %49.5, 700°C'de %77.5 azalma görülmüştür.

SAK'lı betonların 28. günlük yüksek sıcaklık uygulanmış basınç dayanım değerleri KB'u değerlerinin çok altında gerçekleşmiştir. Sonuçta yüksek sıcaklığın SAK'lı beton üzerinde etkisini olmadığı kanısına varılmıştır.

Zaman faktörünün iki seviyesi (7. ve 28. gün), Beton sınıfı faktörünün ise iki seviyede (KB ve SAK) gerçekleştirilmiş tekrarlanan ölçümlü varyans analizi sonucunda, Sıcaklık-Gün ve Beton türü-sıcaklık-gün interaksiyonu istatistikî olarak önemsiz bulunmuştur ($\alpha < 0.05$) (Tablo 5).

Tablo 5. Tekrarlanan varyans analiz sonuçları
(Table 5. The tables of iterative variance analysis)

	Serbest Derece.	Basınç		F değeri	Anlam. Düzeyi (α)
		Kareler Top.	Ort. Top.		
Beton türü	1	521,20	521,20	147,007	0,000
Sıcaklık,	6	2141,98	357,00	100,692	0,000
Gün	1	128,94	128,94	36,368	0,000
Beton türü-Sıcaklık	6	143,29	23,88	6,736	0,000
Beton türü-Gün	1	65,47	65,47	18,467	0,000
Sıcaklık-Gün	6	30,78	5,13	1,447	0,213
Beton türü-Sıcaklık-Gün	6	5,52	0,92	0,260	0,953

Tablo 5'de beton türü, sıcaklık değerleri ve günler arasında ark olduğu görülmektedir. Anlamlılık düzeyindeki $\alpha < 0.05$ küçük değerlerden anlaşılmaktadır.

Ortalamalar arasındaki farkın belirlenmesinde çoklu karşılaştırma yöntemlerinden Duncan testi kullanılmış ve karşılaştırmalar Tablo 6'da verilmiştir. Tablo 6'daki farklı olan gruplar ortalama değerlerine göre sıralanmış ve bir örnekler açıklamak gerekirse SAK 700 28, SAK 700 7 ve KB 700 7 (Beton türü, sıcaklık ve gün) deki değerler kendi içerisinde istatistikî olarak farklı olmadığı diğerlerinin bunlardan farklı olduğu görülmektedir.



Tablo 6. Çoklu karşılaştırma sonuçları
 (Table 6. Result of multi comparative procedure)

Beton türü	Sıcaklık, °C	Gün	Farklı olan gruplar														
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
SAK	700	28	s*														
SAK	700	7	s*	s*													
KB	700	7	s*	s*	s*												
SAK	400	7		s*	s*	s*											
SAK	500	7		s*	s*	s*											
KB	700	28		s*	s*	s*											
SAK	500	28		s*	s*	s*											
KB	500	7			s*	s*											
SAK	400	28				s*	s*										
KB	400	7				s*	s*										
KB	500	28				s*	s*	s*									
SAK	300	7					s*	s*	s*								
SAK	300	28					s*	s*	s*								
KB	400	28						s*	s*	s*							
SAK	20	7						s*	s*	s*							
SAK	200	7						s*	s*	s*							
SAK	200	28						s*	s*	s*	s*						
SAK	20	28							s*	s*	s*	s*					
SAK	100	7							s*	s*	s*	s*					
KB	300	7								s*	s*	s*					
SAK	100	28									s*	s*					
KB	200	7										s*	s*				
KB	100	7										s*	s*	s*			
KB	300	28										s*	s*	s*			
KB	20	7											s*	s*	s*		
KB	200	28												s*	s*	s*	
KB	100	28														s*	s*
KB	20	28															s*

s*: 0.05 düzeyinde farklı olan gruplar

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Bu çalışmada;

- Bütün sıcaklık değerlerinde basınç dayanım değerleri düşmektedir.
- Gün koşulları incelendiğinde, 7 gündeki bütün sıcaklık değerleri 28 güne göre %21-31 arasında daha düşük basınç dayanım değeri vermiştir.
- 28 gündeki beton türleri incelendiğinde, SAK'lı beton bütün sıcaklıklarda KB göre ortalama %10 daha düşük gerçekleşmiştir. KB'ü 20°C göre 400°C kadar %25, 400°C'de %50, 700°C'de %72'si, SAK'lı betonların 400°C'ye kadar %20, 400°C'de %42 ve 700°C'de %78'si kadar azalma olmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Missaglia, C., (1983). The Concrete, Course Notes W.R. Grace Camp.
2. Türk Standartları, (2002). Beton Katkıları-Tarifler ve Özellikler, Uygunluk, İşaretleme ve Etiketleme.(TS EN 934-2), Türk Standartları Enstitüsü.
3. Akman, M.S. ve Akçay B., (2005). Kimyasal Beton Katkılarının Gelişimi ve Çimentolarla Uyumu, Yapılarda Kimyasal Katkılar Sempozyumu 24 Mart 2005, ss:15-32.
4. Mantegazza, G. ve Yanardağ, C., (1990). Yüksek Mukavemetli ve Dayanıklı Betonlarda Süper Akışkanlaştırıcı Kullanımı, Kuzey Kıbrıs 1. Beton Kongresi, ss:106-116.
5. Yazıcı, Ş., (2003). Süper Akışkanlaştırıcıların Betondaki Bazı Fiziksel ve Mekanik Özelliklere Etkileri. Fen ve Mühendislik Dergisi, ss:103-114.



6. Şimşek, O. ve Sancak, E., (2005). Yüksek Sıcaklığın Silis Dumanı ve Süper Akışkanlaştırıcı Katkıları Hafif Betona Etkileri, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Dergisi, ss:443-450.
7. Yüzer, N., Akbaş, B. ve Kızılkant, A.B., (2007). Yüksek Sıcaklık Etkisinde Kalan Betonun Basınç Dayanımı-Renk Değişimi İlişkisinin Yapay Sinir Ağları Yöntemi ile Tahmini, 7. Ulusal Beton Kongresi, ss:271-280.
8. Türk Standartları, (1998). Sanayide Kullanılan Sıvı Kimyasal Ürünler -20°C'da Yoğunluk Tayini, (TS 781 ISO 758), Türk Standartları Enstitüsü.
9. Türk Standartları, (2005). Yüzey Aktif Maddeler-Çözeltilerin Veya Dispersiyonların Ph. Değerlerinin Tayini, (TS 6365 EN 1262), Türk Standartları Enstitüsü.
10. Türk Standartları, (2001). Kimyasal Katkılar - Beton, Harç ve Şerbet İçin- Deney Metotları- Bölüm 8: Katı Madde Muhtevası Tayini. (TS EN 480-8), Türk Standartları Enstitüsü.
11. Türk Standartları, (2001). Kimyasal Katkılar-Beton, Harç ve Şerbet İçin- Deney Metotları- Bölüm 10: Suda Çözünbilir Klorür Muhtevası Tayini. (TS EN 480-10), Türk Standartları Enstitüsü.
12. Türk Standartları, (2008). Kimyasal Katkılar-Beton, Harç ve Şerbet İçin-Deney Metotları-Bölüm 6: Kızıl Ötesi Analiz. (TS EN 480-6), Türk Standartları Enstitüsü.
13. Türk Standartları, (2008). Kimyasal Katkılar - Beton, Harç Ve Şerbet İçin - Deney Metotları - Bölüm 12: Alkali Muhtevasının Tayini. (TS EN 480-12), Türk Standartları Enstitüsü.
14. Türk Standartları, (1999). Agregaların Geometrik Özellikleri İçin Deneyler Bölüm 1: Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini, (TS 3530 EN 933-1), Türk Standartları Enstitüsü.
15. Türk Standartları, (1980). Beton Agregalarının Birim Ağırlıklarının Tayini. (TS 3529), Türk Standartları Enstitüsü.
16. Türk Standartları, (2002). Beton-Taze Beton Deneyleri-Bölüm 2: Çökme (Slamp), (TS EN 12350-2), Türk Standartları Enstitüsü.
17. Türk Standartları, (2002). Beton-Taze Beton Deneyleri- Bölüm 3: Vebe Deneyi, (TS EN 12350-3), Türk Standartları Enstitüsü.
18. Türk Standartları, (2002). Beton-Sertleşmiş beton deneyleri - Bölüm 2: dayanım deneylerinde kullanılacak deney numunelerinin hazırlanması ve kürlenmesi, (TS EN 12390-2), Türk Standartları Enstitüsü.
19. Türk Standartları, (2003). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri- Bölüm 3: Deney Numunelerinde Basınç, (TS EN 12390-3), Türk Standartları Enstitüsü.
20. Türk Standartları, (2000). Beton Karışım Hesap Esasları, (TS 802), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
21. Türk Standartları, (2002). Beton-Bölüm 1: Özellik, Performans, İmalat ve Uygunluk, (TS EN 206-1), Türk Standartları Enstitüsü.
22. British Standards, (2007). Fire classification of construction products and building elements. Classification using data from reaction to fire tests, (BS EN 13501-1:2007), British Standards Institution.
23. International Organization for Standardization, Fire-Resistance Tests-Elements of Building Construction-Part 1: General Requirements, (ISO 834).